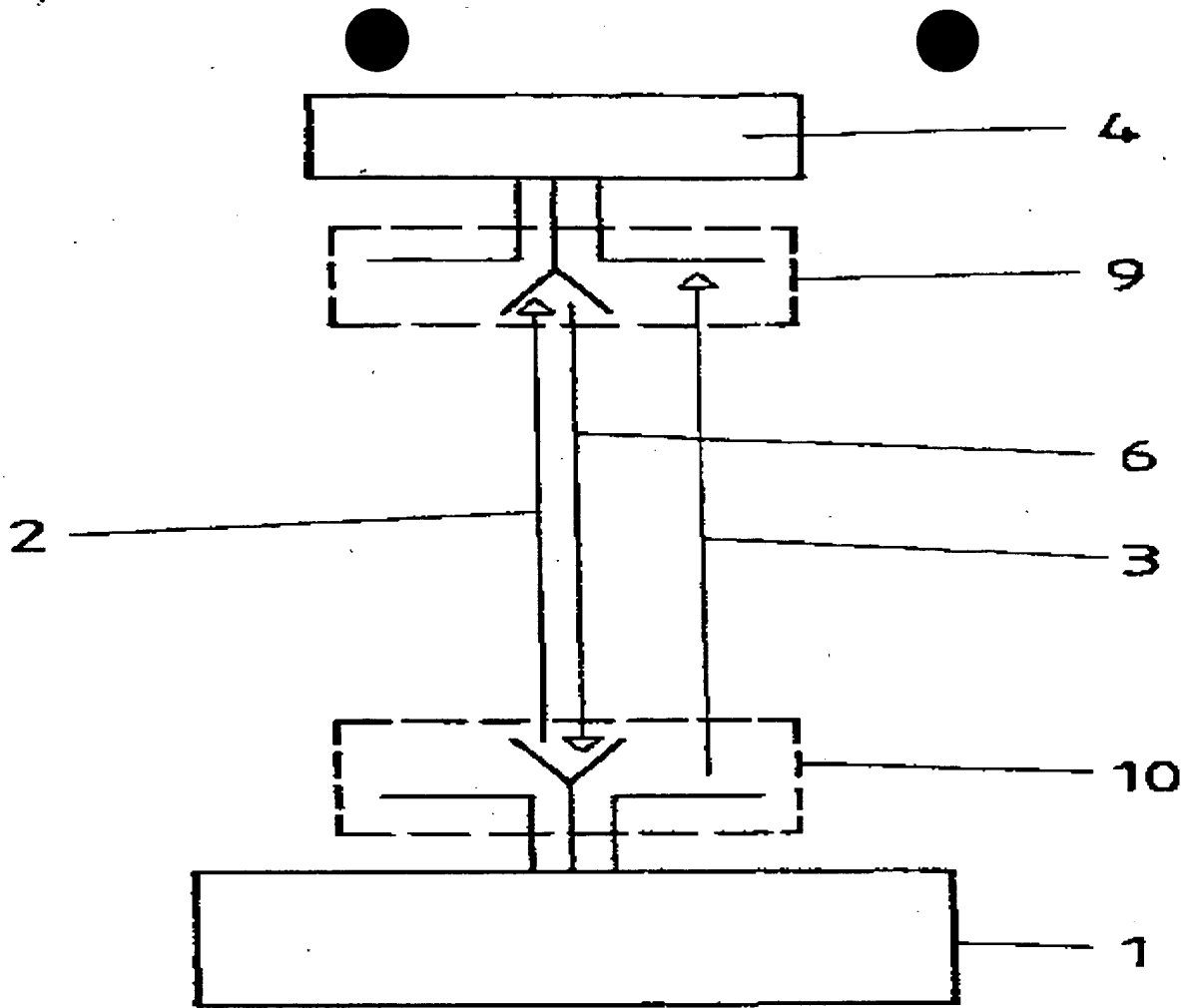


AN: PAT 1997-260340  
TI: Driverless transport positioning method for factory or warehouse using device in beacon or post sending out CW and FM signals that actuate element in beacon so that CW signal and FM signal are combined and sent back to device to form distance and direction information  
PN: **DE19540928-A1**  
PD: 07.05.1997  
AB: The method involves a mobile positioning device (1) which transmits from its antenna arrangement (10) to a stationary beacon (4) installed at a reference point. The beacon is constructed as a transponder, transmitting and receiving by means of the aerial (9). The device transmits a CW signal (2) in the millimetre band and an FM signal (3) in the UHF band. From these signals, there is formed a product (6) that is radiated back, in the millimetre band, to the device.; Suitable for industrial applications in production lines and warehouses, particularly with automatic vehicles. Beacons in system require no maintenance or supervision.  
PA: (DAIM ) DAIMLER-BENZ AEROSPACE AG;  
IN: LINDNER K;  
FA: **DE19540928-A1** 07.05.1997;  
CO: DE;  
IC: G01S-001/08; G01S-003/14; G01S-011/00; G05D-001/02; G05D-003/12; H04B-001/59;  
MC: T06-B01A; T06-D08F; T07-D; W02-G05B; W06-A01; W06-A02A; W06-A04B; W06-A04F; X25-F05A;  
DC: T06; T07; W02; W06; X25;  
FN: 1997260340.gif  
PR: DE1040928 03.11.1995;  
FP: 07.05.1997  
UP: 09.06.1997

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 40 928 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 195 40 928.0  
㉑ Anmeldetag: 3. 11. 95  
㉒ Offenlegungstag: 7. 5. 97

⑤1 Int. Cl.®:  
**G 05 D 1/02**  
G 01 S 3/14  
G 01 S 11/00  
G 01 S 1/08  
H 04 B 1/59  
G 05 D 3/12

DE 195 40 928 A 1

㉗ Anmelder:

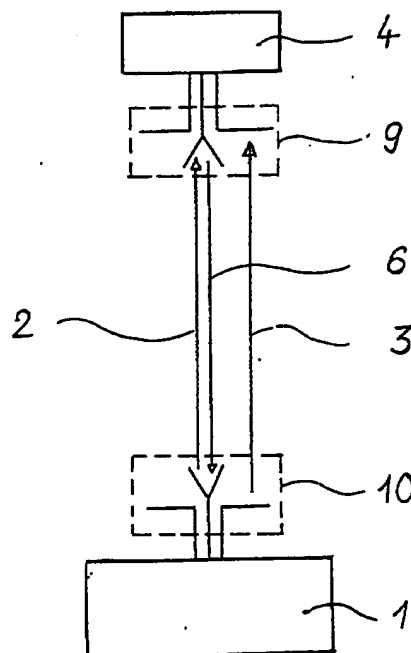
Daimler-Benz Aerospace Aktiengesellschaft, 81863  
München, DE

㉘ Erfinder:

Lindner, Kurt, Dipl.-Ing., 89075 Ulm, DE

⑤4 Positionierverfahren

⑤7 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Positionierverfahren für führerlose Transportmittel mit wartungsfreien Radarbaken zu schaffen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß auf dem Transportmittel eine Positioniervorrichtung (1) installiert ist, die ein Dauerstrichsignal (2) und ein frequenzmoduliertes Signal abstrahlt, daß an einem von dem Transportmittel anzusteuern den Referenzpunkt eine Radarbake installiert ist, die ein Verknüpfungsglied (5) aufweist, das von dem empfangenen frequenzmodulierten Signal (3) aktiviert ist und die beiden empfangenen Signale miteinander verknüpft und daß das so gebildete Verknüpfungsprodukt (8) an die Positioniervorrichtung (1) zur Bildung einer Entfernungsinformation und einer Winkelablageinformation zurückgestrahlt ist. Die Erfindung findet Anwendung beim Transport von Gütern in Lagereinrichtungen oder in Fabrikationslinien.



DE 195 40 928 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Positionierverfahren für führerlose Transportmittel unter Verwendung eines Peilsystemes gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Beim Transportieren von Gütern in Lagereinrichtungen oder in Fabrikationslinien besteht die Notwendigkeit mit mobilen Transporteinrichtungen, z. B. mit führerlosen Fahrzeugen, exakte Positionen selbsttätig anzusteuern.

Eine bekannte Lösung für dieses Problem ist die Verwendung eines Peilsystemes, mit dem eine ortsfeste Bake von einer auf dem Transportmittel installierten Positioniervorrichtung mit einem Radarsignal angestrahlt ist und die Bake nach Empfang des Signals ein Bakensignal an die Positioniervorrichtung sendet, die das Bakensignal hinsichtlich der Positionsbestimmung des Transportmittels selbsttätig auswertet. Die bisher bekanntgewordenen Radarbaken haben den Nachteil, daß sie zum Betrieb eine Stromversorgung benötigen, die nicht wartungsfrei ist.

Aufgabe der Erfindung ist es ein Positionierverfahren für führerlose Transportmittel mit wartungsfreien Radarbaken zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Eine Positioniervorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist durch die Merkmale des Patentanspruchs 15 angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Das erfindungsgemäße Positionierverfahren verwendet wartungsfreie Radarbaken ohne Batterien und die für die Vorrichtungen erforderlichen Herstellungskosten sind niedrig. Für ein Positionsverfahren mit diesen Merkmalen ist ein großes Einsatzfeld gegeben, da sich die vorgenannten Vorteile mit den einer Radarbake zugrundeliegenden Vorteilen — der Vermeidung von Störschreibern, Fremdeinflüssen, Glimm- und Mehrfachreflektionen — verbinden. Es sind bewährte Peilverfahren, wie die Verwendung von frequenzmodulierten Signalen zur Entfernungsbestimmung, in das erfindungsgemäße Verfahren integriert. In einer Weiterbildung der Erfindung wird zur Auswertung der Bakensignale eine Einseitenbandfilterung vorgeschlagen, mit der phasenbedingte Nullstellen bei der Ermittlung der Entfernungsinformation vermieden werden. Eine andere vorteilhafte Weiterbildung betrifft einen Rückgriff von der Auswertelogik auf den Steuersender, mit dem ein frequenzmoduliertes Signal erzeugt wird, wodurch über eine Hub- oder Modulationsfeinregelung eine gute Entfernungsauflösung erreichbar ist.

Die Erfindung ist in einfacher Abwandlung auch als Überwachungsverfahren für bewegte Transportmittel einsetzbar, indem der erfindungsgemäße Sender nicht auf einem mobilen Transportmittel, sondern ortsfest installiert ist und erfindungsgemäße Baken anstrahlt, die auf mobilen Transportmitteln installiert sind.

Anhand der Zeichnung wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt das Verfahrensprinzip,

Fig. 2 zeigt die Sendespektren des Verfahrens,

Fig. 3 zeigt das Blockschaltbild der Bake und

Fig. 4 zeigt das Blockschaltbild der Positioniervorrichtung.

Das in Fig. 1 gezeigte Verfahrensprinzip beruht darauf, daß eine auf einem mobilen Transportmittel installierte Positioniervorrichtung 1 über eine Antennenan-

ordnung 10 eine an einem Referenzpunkt ortsfest installierte Bake 4 anstrahlt. Die Bake 4 ist als Transponder ausgebildet und empfängt und sendet über eine Antennenanordnung 9. Die Positioniervorrichtung 1 strahlt ein Dauerstrichsignal 2 im Millimeterwellenband und ein frequenzmoduliertes Signal 3 im UHF-Band ab. Aus diesen Signalen wird in der Bake ein Verknüpfungsprodukt 6 gebildet, das an die Positioniervorrichtung im Millimeterwellenband zurückgestrahlt wird.

Fig. 2a zeigt das Sendespektrum des im UHF-Band frequenzmodulierten Signales 3, Fig. 2b zeigt ein dazugehöriges Sendespektrum des im Millimeterwellenband erzeugten Dauerstrichsignales 2 und Fig. 2c zeigt das Sendespektrum des von der Bake 4 zurückgestrahlten Verknüpfungsproduktes 6 mit dem in das Millimeterwellenband hochgetragerten frequenzmodulierten UHF-Signal.

Die in Fig. 3 gezeigte Bake hat keine eigene Energiequelle und ist ohne UHF-Aussteuerung eine rein passive Schaltung. Sie besteht aus einer Antennenanordnung 9, einem Symmetrierglied 8, einem Tiefpaß 7 und einem Verknüpfungsglied 5. In der hier beschriebenen Ausführungsform weist die Antennenanordnung 9 eine UHF-Bakenantenne 11 und eine MMW-Bakenantenne 12 auf und das Verknüpfungsglied 15 ist als Diodenmischer ausgebildet. Durch die UHF-Beleuchtung mit dem frequenzmodulierten Signal 3 wird der Diodenmischer geöffnet. Gleichzeitig gelangt das Dauerstrichsignal 2 auf den Diodenmischer über die MMW-Bakenantenne 12, so daß ein Verknüpfungsprodukt 6 nach Fig. 2c entsteht. Die UHF-Energie wird also nicht wie bei bekannten Bakensystemen vorher in eine Gleichspannung umgewandelt, sondern direkt zum Öffnen des Mixers und zur Bildung der Entfernungsinformation im MMW-Bereich genutzt. Von der aktivierten Bake 4 werden die hochgetragerten frequenzmodulierten UHF-Signale über die MMW-Bakenantenne 12 mit beiden Seitenbändern abgestrahlt und von der Positioniervorrichtung 1 aufgenommen. Anstelle des Tiefpasses 7 kann auch ein anderes Filter zur Signalaufbereitung des frequenzmodulierten Signales 3 eingesetzt werden, z. B. ein Bandpaß entsprechender Durchlaßbreite.

Die in Fig. 4 gezeigte Positioniervorrichtung 1 ist als ein MMW-Peilsystem in 1-Ebenen-Anordnung ausgebildet und arbeitet deshalb in bekannter Weise mit zwei beabstandeten angeordneten MMW-Empfangsantennen 13. Die alternative Verwendung einer dem Fachmann bekannten 2-Ebenen-Peilanordnung ist ebenfalls zur Lösung der zugrundeliegenden Aufgabe möglich. Die Bestimmung eines Ablagewinkels erfolgt in einer 1-Ebenenanordnung durch Vergleich der Amplituden (und Phasen) der beiden Empfangssignale in einer Auswertelogik 21.

Das von den MMW-Empfangsantennen 16 aufgenommene, von der Bake 4 abgestrahlte Verknüpfungsprodukt 6 ist vor der Abmischung in das UHF-Band in jedem Kanal in ein Einseitenbandfilter 14 gespeist. Den Einseitenbandfiltern 14 ist jeweils ein Empfangsmischer 15 nachgeschaltet. Die für die Abmischung von den Empfangsmischern 15 benötigte Oszillatorspannung wird von einem gemeinsamen Oszillator 16 erzeugt. Gleichzeitig wird ein Teil der Oszillatorleistung über eine MMW-Sendeantenne 17, die zwischen den beiden MMW-Empfangsantennen 13 angeordnet ist, als Dauerstrichsignal 2 an die Bake 4 abgestrahlt. Bei der voranstehend beschriebenen Misch- und Oszillatorschaltung ist die Frequenzstabilität des Oszillators von untergeordneter Bedeutung, da sich durch den erfindungsgemä-

Ben Aufmisch- und Abmischvorgang Instabilitäten selbst eliminieren.

Die Zwischenfrequenzverstärkung im UHF-Bereich erfolgt mit einer Bandbreite, welche der Frequenzmodulation des Senders 18 entspricht. Es genügt dabei, einen gemeinsamen Zwischenfrequenzverstärker 22 zu verwenden und diese mit Umschaltern 24 zwischen den Empfangskanälen umzuschalten. Durch eine zwischen dem Zwischenfrequenzverstärker 22 und dem Rückmischer 23 integrierte Verzögerungsleitung 25 ist eine Verschiebung der externen Meßzone eingestellt.

Die Auswertelogik 21 umfaßt die zur Peilung und Entfernungsmessung in bekannter Weise notwendigen Schaltungen bis zur Ausgabe der Entfernungs- und Winkeldaten die zur selbsttätigen Positionierung des Transportmittels.

Ein Steuersender 21 erzeugt das frequenzmodulierte Signal 3 in einer UHF-Lage und speist es in eine Leistungsstufe 19, von der aus es über eine UHF-Sendeanenne 20 abgestrahlt ist. Über eine Rückkopplung 26 wirkt die Auswertelogik 21 auf den Steuersender 18 ein, um über eine Hub- und Modulationsfeinregelung eine gute Entfernungsaufklärung zu erreichen.

In Abweichung zu der hier beschriebenen Ausführungsform können bei Bedarf zu einer eindeutigen Positionsbestimmung mehrere parallel wirkende Positioniervorrichtungen 1 auf einem Transportmittel installiert sein. Diese können eine gemeinsame Stromversorgung und Auswertelogik benutzen; die Frontends werden dabei umgeschaltet.

Die Antennenanordnungen 9, 10 der Positioniervorrichtung 1 und der Bake 4 können alternativ zu den voranstehend beschriebenen Ausführungen in bekannter Weise andere geeignete Ausbildungen aufweisen.

#### Patentansprüche

1. Positionierverfahren für führerlose Transportmittel unter Verwendung eines Peilsystemes mit dem eine ortsfeste Bake von einer auf dem Transportmittel installierten Positioniervorrichtung mit einem Radarsignal angestrahlt ist und die Bake nach Empfang des Signales ein Bakensignal an die Positioniervorrichtung sendet, die das empfangene Bakensignal hinsichtlich der Positionsbestimmung des Transportmittels selbsttätig auswertet, dadurch gekennzeichnet, daß die Positioniervorrichtung (1) ein Dauerstrichsignal (2) und ein frequenzmoduliertes Signal (3) abstrahlt, daß in der Bake (4) ein Verknüpfungsglied (5) integriert ist, das durch die Beleuchtung mit dem frequenzmodulierten Signal (3) selbsttätig geöffnet ist und das Dauerstrichsignal (2) mit dem frequenzmodulierten Signal (3) miteinander verknüpft und das so gebildete Verknüpfungsprodukt (6) an die Positioniervorrichtung (1) zur Bildung einer Entfernungs- und einer Winkelablageinformationen zurückgestrahlt ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Dauerstrichsignal (2) ein Millimeterwellensignal ist, daß das frequenzmodulierte Signal (3) ein UHF-Signal ist und daß das Verknüpfungsprodukt (6) im Millimeterwellenband an die Positioniervorrichtung (1) zurückgestrahlt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verknüpfungsprodukt (6) als Zweiseitenbandsignal an die Positioniervorrichtung (1) zurückgestrahlt ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verknüpfungsglied (5) ein Dioden-Mischer ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das frequenzmodulierte Signal (3) vor der Verknüpfung mit dem Dauerstrichsignal (2) gefiltert ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterung in einem Tiefpaß (7) durchgeführt ist.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das frequenzmodulierte Signal (3) vor der Filterung in einem Symmetrierglied (8) aufbereitet ist.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Bake (4) eine Antennenanordnung (9) mit mindestens einer Antenne aufweist, mit der das Dauerstrichsignal (2) und das frequenzmodulierte Signal (3) empfangen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß über die Antennenanordnung (9) auch das in dem Verknüpfungsglied (5) gebildete Verknüpfungsprodukt (6) abgestrahlt ist.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das von der Bake (4) abgestrahlte Verknüpfungsprodukt (6) in der Positioniervorrichtung (1) vor der Bildung der Entfernungs- und Winkelablageinformationen einseitenbandgefiltert ist.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das frequenzmodulierte Signal (3) in der Positioniervorrichtung (1) mit einem Steuersender (18) erzeugt ist, der von einer Ablaufsteuerung in einer Auswertelogik (21) gesteuert ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Rückmischer (23) sendestufenseitig angekoppelt ist.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertelogik (21) von in Videofrequenzlage zeitverzögerten Signalen gespeist ist.

14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Positioniervorrichtung (1) mehrere Frontends aufweist, die an unterschiedlichen Stellen des Transportmittels installiert sind, jeweils eigene Send- und Empfangsmittel aufweisen, über eine Umschaltung parallel betrieben werden und eine gemeinsame Stromversorgung und Auswerteelektronik aufweisen.

15. Positioniervorrichtung zur Durchführung eines Positionierverfahrens für führerlose Transportmittel unter Verwendung eines Peilsystemes, mit dem eine ortsfeste Bake von der auf dem Transportmittel installierten Positioniervorrichtung mit einem Radarsignal angestrahlt ist und die Bake nach Empfang des Signales ein Bakensignal an die Positioniervorrichtung sendet, die das empfangene Bakensignal hinsichtlich der Positionsbestimmung des Transportmittels selbsttätig auswertet, dadurch gekennzeichnet, daß die Positioniervorrichtung (1) als 1-Ebenen-Peilsystem mit zwei beabstandeten angeordneten MMW-Empfangsantennen (13) ausgebildet ist, die jeweils das von der Bake (4) abgestrahlte Verknüpfungsprodukt (5) in ein Einseitenbandfilter (14) speisen, daß jeweils ein Empfangsmischer (15)

die so gefilterten Empfangssignale in eine UHF-Lage abmischt, daß dazu die Empfangsmischer (15) gemeinsam von einem Oszillator (16) gespeist sind, daß der Oszillator (16) über eine MMW-Sendeantenne (17) einen Teil seiner Leistung als Dauerstrichsignal (2) an die Bake (4) abstrahlt, daß ein 5  
Steuersender (18) über eine UHF-Sendeantenne (20) das frequenzmodulierte Signal (3) an die Bake (4) abstrahlt und daß die Ausgangssignale der Empfangsmischer (15) nach einer Zwischenfrequenz- 10  
verstärkung in der UHF-Lage auf eine Auswertelogik (21) gegeben sind, in der aus den empfangenen MMW-Signalen die Entfernungs- und Winkelablageinformationen gebildet sind.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß für die Zwischenfrequenzverstärkung der MMW-Empfangssignale ein gemeinsamer Zwischenfrequenzverstärker (22) und ein gemeinsamer Rückmischer (23) verwendet ist, wobei Umschalter (24) zwischen den Empfangskanälen 20  
umschalten.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Zwischenfrequenzverstärker (22) und dem Rückmischer (23) eine Verzögerungsleitung (25) integriert ist. 25

18. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Auswertelogik (21) und dem Steuersender (18) eine Rückkopplung (26) für eine Hub- oder Modulationsfeinregelung des Steuersenders 30  
(20) vorgesehen ist.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65



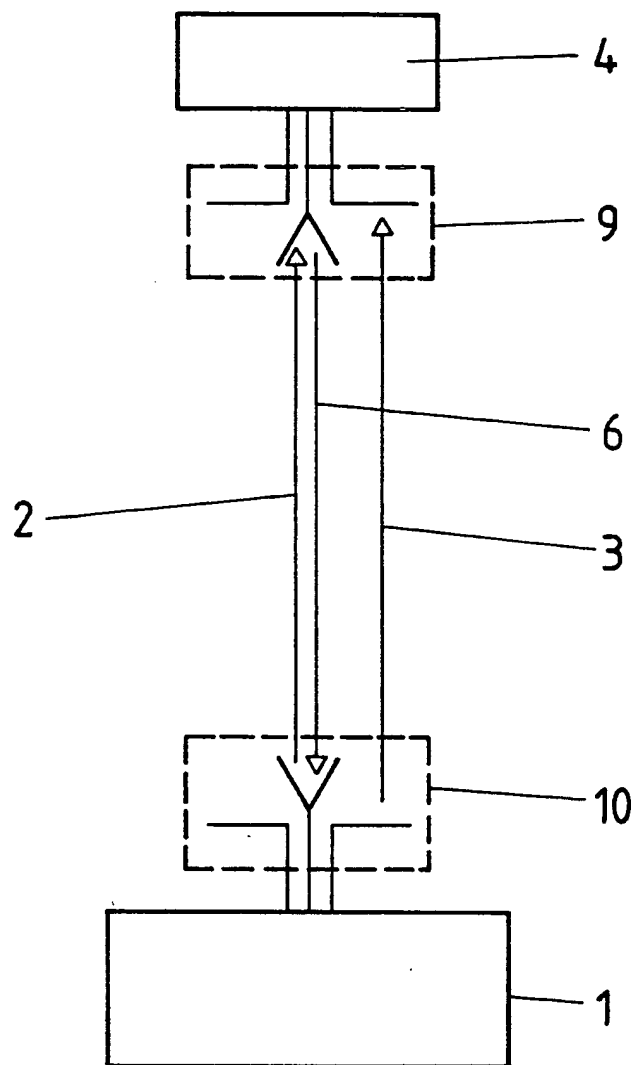


FIG. 1

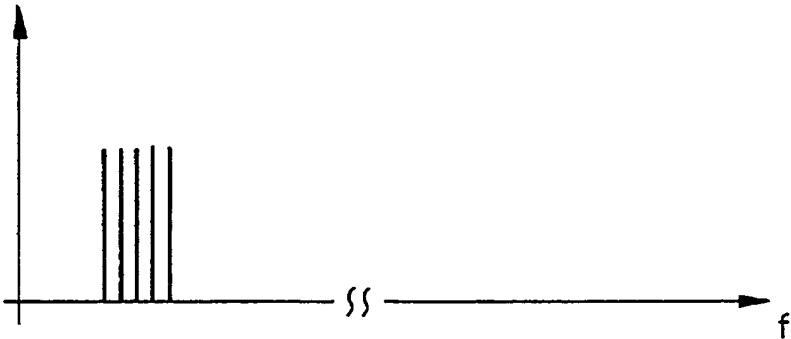


FIG. 2A

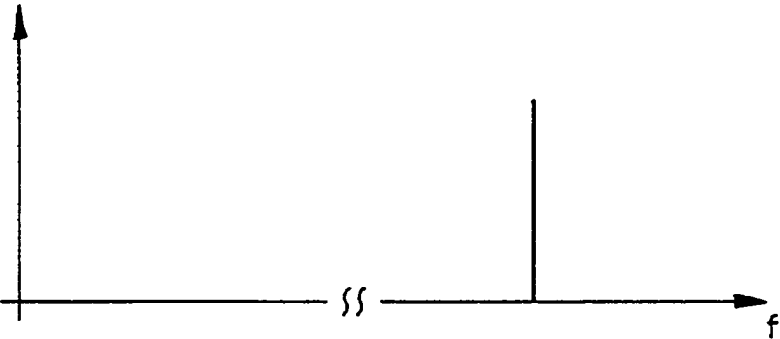


FIG. 2B

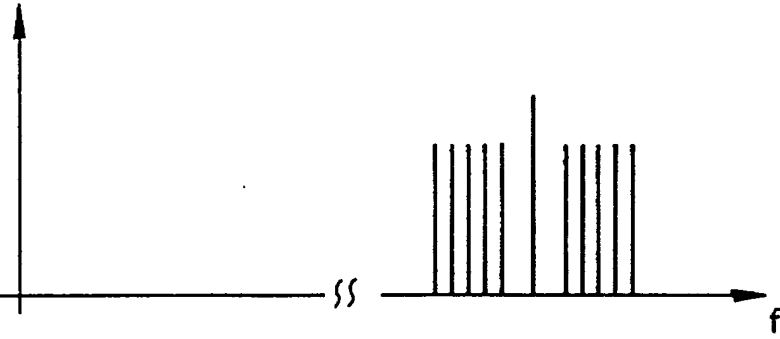


FIG. 2C

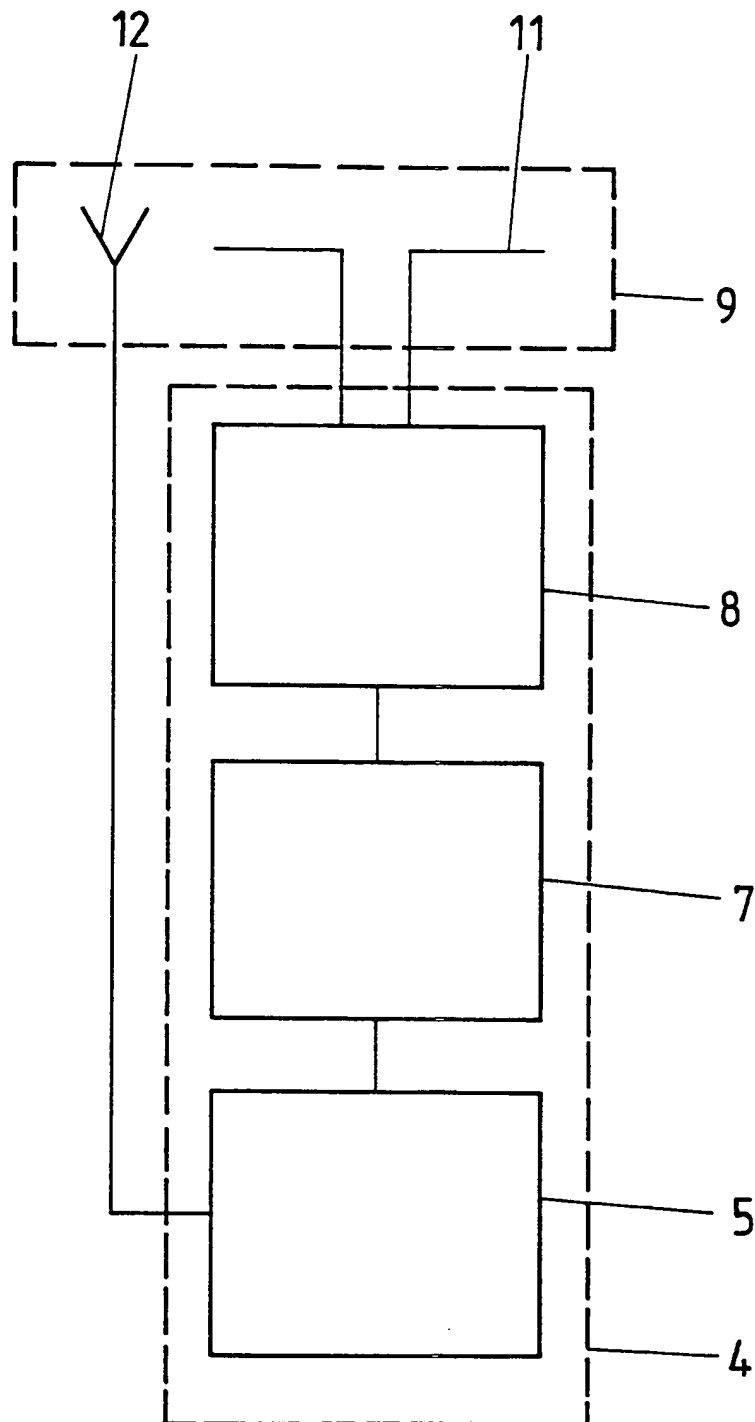


FIG. 3

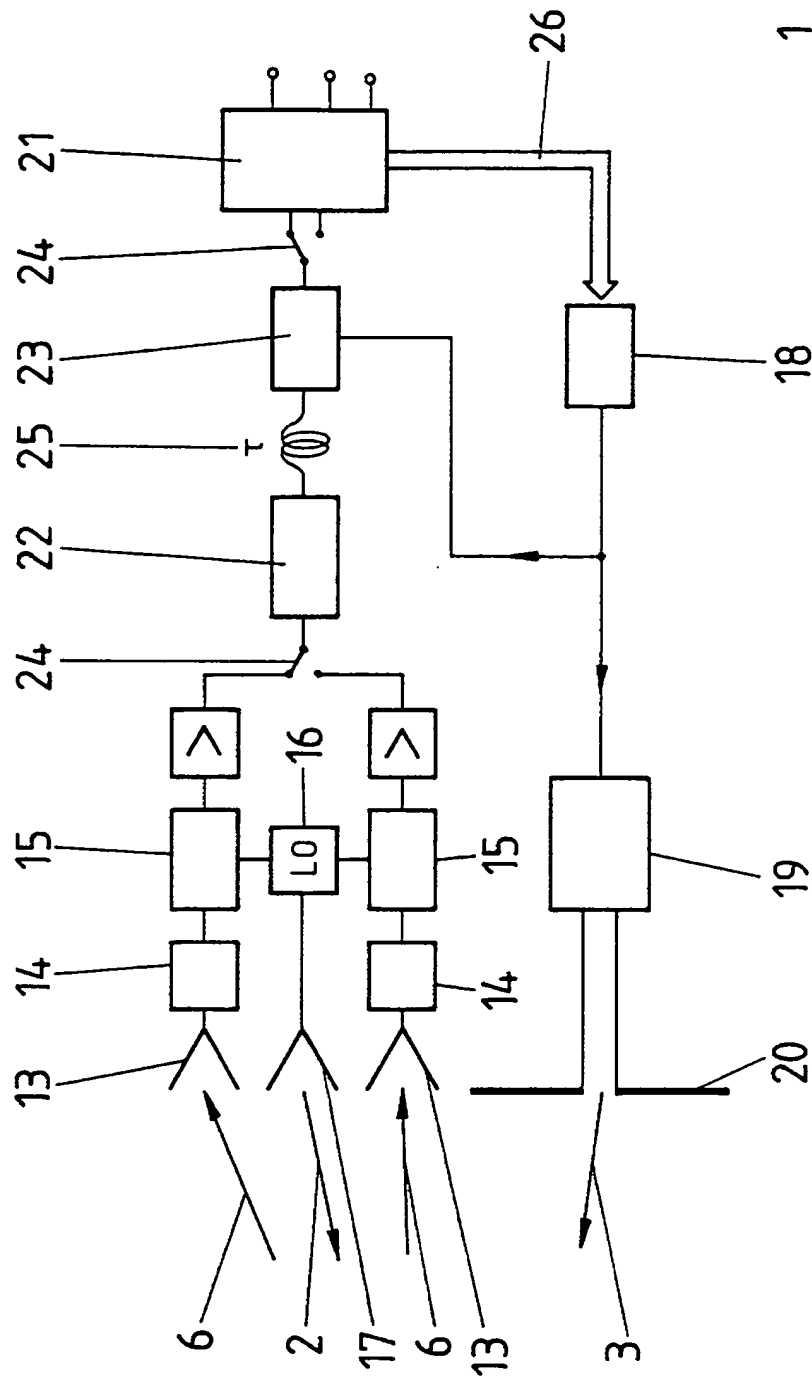


FIG. 4